

聚醯胺蠟流變助劑在環氧塗料中最適化性能的活化條件探討

The Study on Optimization of Activation Conditions of Polyamide Type Rheological Additive in Epoxide Coatings

林曉君 H. C. Lin¹、林美青 Ady Lin²、盧育彥 Y.Y. Lu¹
黃彥浩 Howard Huang¹、徐敬添 C. T. Hsu³、林宏益 H. Y. Lin⁴
德謙企業股份有限公司(英國海名斯集團子公司) 亞洲研發中心
Deuchem Co. Ltd (a Subsidiary of Elementis PLC)
¹副研究員、²研究員、³經理、⁴總監

粉體聚醯胺蠟改性流變助劑在流變助劑中具有低及中剪切黏度提升及優異的抗垂流特性，但在使用上常有因活化工藝操作不當而使性能無法達到原本預期效果的狀況。本文將透過在適用於環氧塗料中的聚醯胺改性流變助劑THIXATROL[®] MAX和THIXATROL[®] PLUS，探討操作活化溫度及時間，來瞭解其黏度與抗流掛等最適化的條件，以供塗料客戶在使用該類產品的製程最佳化步驟的參考。

The powder form rheological additives of modified polyamide showed the excellent viscosity build at low and medium shear and sag resistance for high build and industrial, anticorrosive paint & coatings, especially for epoxy and PU system. But the key issue would be the activation process control, and could not be archived to expect results if not appropriate incorporation or activate it. This article will demonstrate two classic polyamide type rheological additives, THIXATROL[®] MAX and THIXATROL[®] PLUS by varying activation temperatures and times to see the performance difference, and find the optimal condition for specific epoxy paint. Paint maker can use same methodology to learn their best conditions to maximum the performance of polyamide rheological additives in their system.

關鍵詞/Key Words

聚醯胺改性流變助劑(Rheological Additive Of Modified Polyamide)、活化溫度(Activation Temperature)、活化時間(Activation Time)

簡 介

塗料助劑可以增加生產工藝便利性，改善施工條件，甚至可提高產品的品質，並賦予其特殊功能，已成為塗料中不可或缺的組成，而塗料助劑的存在，儼然

已成為生產塗料時的重要部分。然而塗料助劑品種繁多、應用廣泛，無論是建築塗料、工業塗料（包含汽車塗料、船舶塗料、家電塗料、各類防腐蝕塗料等），都必須使用助劑才能達到我們想要的性能，所以助劑的正確選擇和適當的使用就變得相當重

▼表一 流變助劑的特點與應用⁽¹⁾

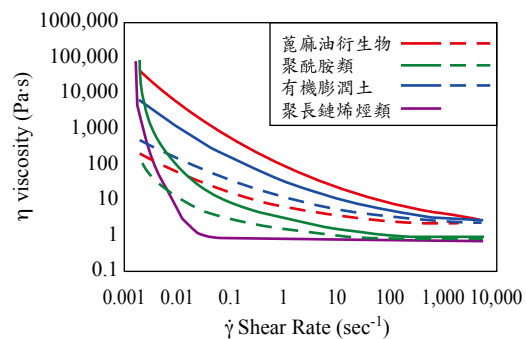
流變助劑種類	特點	主要應用領域
有機膨潤土	依溶劑體系選用品種、屬中剪應用體系、適用底色漆	船舶、集裝箱、重防腐、富鋅底漆、氯化橡膠、道路標示用漆、底材密封劑與吸音劑、印刷油墨、木器漆及內外牆塗料
蓖麻油類及其衍生物	強剪切致稀、高膜厚應用、需溫度/剪切控制活化、對溶劑及程序控制敏感	低極性脂肪族及芳香族體系適用，膠黏劑、100%固含、橡膠
聚酰胺蠟類	高觸變及高抗流掛性、可選擇觸變性品種多、適用極性範圍廣、粉態或漿態	環氧、氯化橡膠、重防腐等，鋁粉漆、珍珠漆與消光漆等，工業維護漆、船舶塗料、高性能DTM
聚長鏈烯烴類	顏料防沉及懸浮穩定、適合光澤體系、對體系黏度影響小	工業塗料、路標、船舶、鋁粉及珠光漆、防腐塗料
EVA蠟	鋁粉及銀漿漆定向用	汽車或塑膠用，溶劑底漆、單塗層金屬底漆
改性聚脲化合物	高觸變性/添加量低、常溫操作/高光適用、性價比高	溶劑型環氧、聚氨酯及丙烯酸塗料
氣相二氧化矽	黏度受溶劑極性、分散及樹脂添加物等，氫鍵多寡影響、具耐刮擦性及鋁粉定向等優點	工業漆、船舶、鋁粉漆、防腐塗料、粉體塗料等，工業維護漆、船舶塗料、高性能DTM

▼表二 不同流變助劑之觸變性能與使用操作工藝之差異比較⁽¹⁾

產品特點		有機膨潤土	蓖麻油及其衍生物	聚酰胺蠟	聚酰胺蠟漿	氣相二氧化矽	EVA蠟類
觸變行為	黏度控制	◎	◎	◎	△	◎	△
	流掛控制	○	◎	◎	◎	◎	△
	防沉控制	△	△	△	◎	△	◎
操作工藝	剪切力/不需加熱	✓				✓	
	剪切力&熱活化			✓			
	剪切力、加熱及活化冷卻		✓				
	在有限剪力下後添加				✓		✓
優點		易操作、免加熱	建立高黏度，優異抗流掛	在Epoxy及PU最佳抗流掛性能、沒有光澤影響	易於加工、適用於清漆或面塗	易於加工、免加熱	易於加工、適用於銀粉漆，防沉性佳
缺點		影響光澤、無高抗流掛能力	需要加熱及冷卻，操作不恰當會返粗	需要熱活化	約有80%的溶劑，只適用於後添加	高添加量會影響光澤，設備易磨損	約有80%的溶劑，只適用於後添加

要。塗料的流變性能，從塗料的配製、成品儲存，到應用施工至噴塗成膜，每一個階段都是必須考慮的，而流變助劑在塗料體系中，具有獨特的穩定結構，能保護分散的顏料顆粒，形成觸變性佳的塗料，而展現出好的抗流掛性。

然而，流變助劑的品種眾多，特點也有所不同，典型的種類、特性及適用的範圍如表一所示。而不同的流變助劑也因其結構差異、增稠與流變的表現差異，需要不同的操作工藝，請見表二之比較。最



▲圖一 常用的四種流變助劑的流變曲線差異比較 (虛線為回復曲線)⁽²⁾

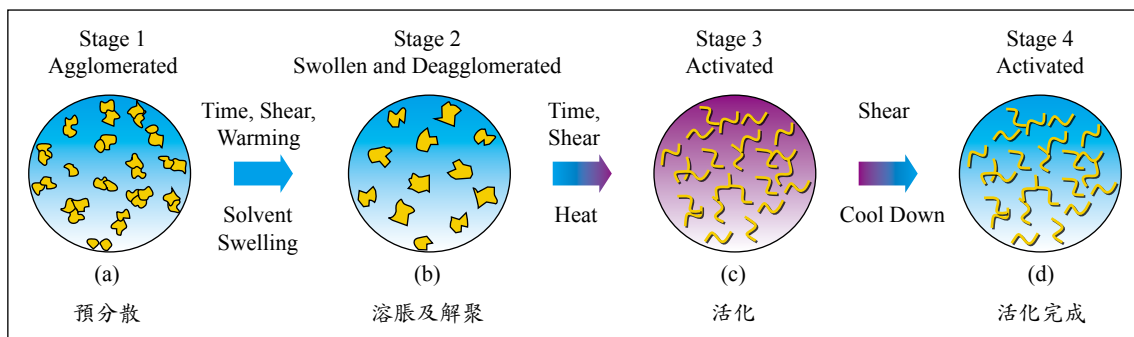
常使用的四種流變助劑其流變曲線有其差異，如圖一所示，蓖麻油衍生物類在低剪切時，黏度的展現較強，且對黏度貢獻度相對較高；而聚醯胺類的觸變行為較大，低剪切力黏度高，高剪切力黏度低。有機膨潤土則介於前面兩者之間。另外，聚長鏈烯烴類，添加後對產品黏度影響不大，在低剪切力有比較好的防沉效果，所以一般用來作為防沉助劑使用。

聚醯胺蠟相較於有機膨潤土具有較高黏度增稠效率，且對光澤影響較低。而蓖麻油及其衍生物則較侷限於使用在低極性的體系，因此相較而言，聚醯胺蠟則有其優勢。市面供選擇的產品有已活化蠟漿及需自行活化操作的粉體，在塗料廠使用以自行活化的粉體具有更大的靈活性及調配性，甚或

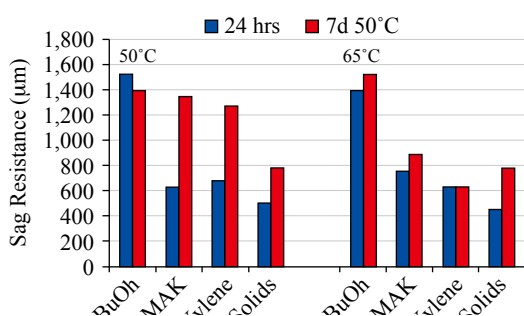
可將其黏度效果優化至最佳。但此類流變助劑的性能將大大受到操作參數的影響。

典型的操作活化方式，如圖二所示。簡述如下。①預分散：將粉體緩慢添加入樹脂及溶劑於低溫做預分散；②溶脹及解聚：給予一個低剪切力及時間，使它均勻的分散並使其溶脹、解聚；③活化：給予一適當溫度及一定剪切力，保持此狀態15~30分鐘以確保其充分活化。在過程中流變助劑本身結構中的官能基作用及氫鍵作用，會使塗料整體黏度增加；④冷卻及包裝：當冷卻後，塗料形成一觸變結構，即活化完成。

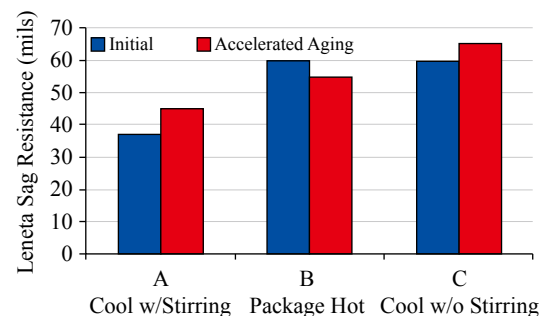
聚醯胺蠟的微細研磨粉必須能夠在一定的溫度下，讓溶劑潤濕、解聚及高剪切分散，進而解放其流變的效益。聚醯胺蠟流



▲圖二 聚醯胺蠟活化操作過程⁽³⁾



▲圖三 溶劑種類和塗料製備活化溫度在隔日及一週熱儲後於環氧塗料的抗流掛效果差異⁽³⁾



▲圖四 裝罐前操作方式對於抗垂流效應探討⁽³⁾ (A: 攪拌冷卻, B: 直接包裝, C: 不攪拌冷卻)

變助劑有特定製程操作溫度需求，這與其存在塗料系統中溶媒親合性有關。因此，在一塗料系統中最合適的聚醯胺蠟流變助劑的選擇，與溶劑種類（如圖三）⁽²⁾、製程溫度控制（本文探討）、製程設備或下料冷卻方式（圖四）⁽²⁾等有關。將上述參數均予以最佳化，將使多數膠體有效分散且產生流變活化的網絡結構。適當的使用聚醯胺蠟流變助劑，將提供優異的觸變性能、黏度建立、垂流控制及顏填料懸浮控制。

然而，操作的溫度與時間長短對於抗垂流及黏度性能上亦具有極大的影響。也因此常有塗料製造廠反饋其效果展現不如預期。因此，本文將透過系統化的活化溫度及時間，來探討兩支典型的聚醯胺蠟的黏度、增稠與抗垂流效果的差異，以提供給塗料廠商間測試之參考。

實驗說明

本文主要使用一環氧系統塗料，分別以兩種不同聚醯胺蠟THIXATROL[®] MAX、THIXATROL[®] PLUS來探討在不同添加製備的溫度（40、50、60、70度）及不同活化時間（10、20、30、45分鐘）下的性能表現，進而找到一個比較適當的操作模式，以獲得其配方最適當性能的條件。試驗的配方如表三所示，其中操作時是使用高速攪拌機於室溫將樹脂與溶劑混合均勻，再添加聚醯胺蠟分散均勻後添加助劑及填充料並接上循環水，於設定溫度（溫差正負5%）下進行研磨。完成調稀後，當溫度降至低於40°C時下料，置放隔天後進行性能測試，測試其F.O.G細度、布氏黏度、KU黏度及抗垂流效果等。上述項目測試結束後，樣品置於50°C烘箱進行熱儲存7天，再次確認其性能變異。

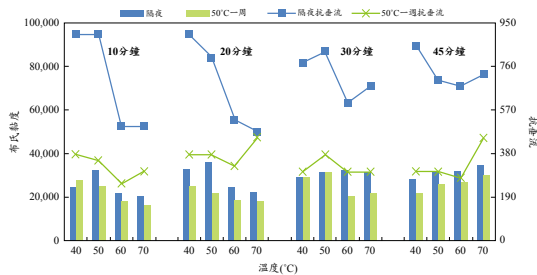
▼表三 環氧系統塗料

Part A 2K Epoxy System Formula		
Raw Material	%	Function
NPEL-128	26.0	Epoxy Resin
Xylene	14.2	Solvent
NBA	4.0	Solvent
MIX		
Polyamide Wax	1.0	
Disperse at 3,000 rpm for 10 min		
NUOSPERSE [®] FX 9086	0.5	Dispersant
DEFOM 6500	0.3	Defoamer
MIX		
R-706	12.0	Pigment
BaSO ₄ #1000	18.0	Extender
Talc#1000	18.0	Extender
Disperse at 4,000 rpm Till Fineness Required at Different Activation Temperature		
NBA	6.0	Solvent
Disperse at 3,000 rpm for 5 mins Untill Homogenous		
Total	100.0	
Part B		
Raw Material	Weight%	Function
Hardener 905-3	100.0	Hardener
Part A:Part B = 5:1		

實驗結果

THIXATROL[®] MAX不同活化溫度及不同研磨時間：將相同活化時間結果整理於圖五，其中黑色結果為隔夜，灰色則為熱儲存一週的數據，藉以觀察不同活化溫度的差異。當僅以10及20分鐘進行活化者，40及50度者的隔夜黏度均較60及70度為高，且其熱儲後黏度變化較大。抗垂流結果則顯示10及20分鐘活化者抗垂流有隨溫度增加而變得不穩定。而活化時間達到30及45分鐘時，其隔夜與熱儲黏度差異不大，不同溫度間的落差也較小。抗垂流的效果在隔夜與熱儲後，結果均相接近。所有測試的條件均顯示熱儲之後的抗垂流效果有所損失。若要控制產品的穩定效果，建議可以在50~60度下操作30分鐘以達到產品穩定流變的輸出。

THIXATROL[®] PLUS不同活化溫度及



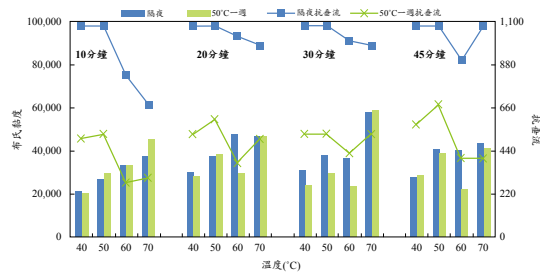
▲圖五 THIXATROL® MAX不同活化溫度及不同研磨時間的布氏黏度及抗垂流效果（柱狀圖：黏度；折線圖：抗垂流）

不同研磨時間：將相同活化時間結果整理於圖六，其中黑色結果為隔夜，灰色則為熱儲存一週的數據，以觀察不同活化溫度的差異。當僅以10分鐘進行活化者，其黏度受溫度影響明顯增加，但抗垂流則隨溫度增加反而驟降。以20、30、45分鐘活化者，其40度的黏度表現基本也是稍弱，其他溫度則基本接近，除了以70度活化30分鐘的黏度表現較為突出。較特別的是，在60度以不同時間活化者，其熱儲後黏度均有明顯的下降，而其他活化時間則無此現象。抗垂流結果則顯示在20、30、45分鐘於不同溫度下的結果基本均接近，且熱儲後的變化趨勢均相當。以此系統及操作而言，建議可在50度下操作約20~30分鐘即可達到較穩定的流變行為效果。

結論與討論

活化溫度與活化時間對於產品的黏度、抗垂流及熱儲的穩定性有不同程度的影響，必須透過系統化的探討以瞭解在使用體系中的最適性能及操作條件。

不同體系或樹脂及添加劑等配方不同，將有可能造成結果的落差。本文僅能體現所使用配方的最適化條件，於不同塗料原料使用時可能會有若干不同程度的差



▲圖六 THIXATROL® PLUS不同活化溫度及不同研磨時間的布氏黏度及抗垂流效果（柱狀圖：黏度；折線圖：抗垂流）

異。讀者須謹慎解讀結果，並實測自有體系以獲得較正確的對應結果。

我們很難從一組塗料配方來評斷流變助劑的最佳操作條件，主要是塗料配方複雜、操作流程繁瑣、設備差異甚大，因此無法由此一結果提供給不同塗料配方者一定的參數數值，僅能給予大方向的溫度及時間，還有測試方法的參考。建議使用者必須小心獲取你所使用系統的最適參數，以達最大效能的發揮。

未來挑戰

塗料已逐步走向環保、節能及易使用的方向，操作的簡便性、高固份的操作、低溫不加熱的活化及短時間的調製工藝，應為未來趨勢。我司已朝此方向發展，並將於近期發表相關產品，期望對未來塗料的應用與發展有所幫助與貢獻。☒

參考文獻

1. 徐敬添，高效能流變助劑：蓖麻油衍生物及聚酰胺蠟流變助劑，2014 ChinaCoat Conference.
2. Rheology Handbook, 2013, Elementis Specialties, Inc., East Windsor, NJ
3. Modern Organic Thixotropes for Advanced Solvent Based Coatings and Adhesives James Heck, Tony Hennessy, Yanhui Chen, and Wouter IJdo, Elementis Specialties, Inc., United States, PCI Mag. 2015, Oct.